

## XV ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA- HAVANA-CUBA

**TRÍPLICE FRONTEIRA (AR/BR/PY): ESTUDO DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA, PERÍODO DE 1990 A 2013**

Autores: Rauwnier da Silva Costa (1)

Marcia Aparecida Procopio da Silva Scheer (2)

- (1) Aluno de graduação em Bacharelado em Geografia – Universidade Federal da Integração Latino Americana - UNILA. Foz do Iguaçu, Brasil. [rauwnier.costa@aluno.unila.edu.br](mailto:rauwnier.costa@aluno.unila.edu.br)
- (2) Prof.<sup>a</sup> Dra. da Universidade Federal da Integração Latino Americana – UNILA. Foz do Iguaçu, Brasil. [marcia.scheer@unila.edu.br](mailto:marcia.scheer@unila.edu.br)

**Resumo**

Nos últimos anos, questões referentes ao clima estão sendo discutidas mundialmente. Foi a partir desse cenário de alternância climática e de eventos atmosféricos severos que o homem vem tomando consciência que os elementos atmosféricos interferem no cotidiano da sociedade. Com isso, passaram a ser importante, cada vez mais, registra-los e analisar quais seus efeitos nas cidades e no campo.

Foi a partir desse eixo que deu início ao estudo da variabilidade climática na região da Tríplice Fronteira, respectivamente entre as cidades de Foz do Iguaçu-Brasil e Puerto Iguazú- Argentina e Ciudad del Este – Paraguai, no período de 1990 a 2013.

Principalmente, na influência de fenômenos atmosféricos de grande implicância espacial como o El Niño e o La Niña, que são responsáveis pelo aquecimento e o resfriamento das águas do Oceano Pacífico. Mais especificamente, o destaque que se dá aos eventos severos que ocorrem sobre a área de estudo como os Complexo Convectivo de Mesoescala (CCMs - aglomerado de nuvens cumulonimbus), que causam alagamentos e enchentes em residências e avenidas das cidades, cheias dos rios, ou ao contrário, períodos de estiagem severa, por exemplo diminuição considerável na vazão das águas das Cataratas do Iguaçu, como também afetando no volume e disponibilização de água no Lago Artificial de Itaipu – Brasil/Paraguai.

O estudo aplica a abordagem Geossistêmica, na qual a Geografia atua como uma ciência que incorpora métodos de análise e pesquisa com o homem sendo parte do estudo. Portanto, ele engloba fatores abióticos e bióticos, inclusive antrópicos, sendo o espaço palco para as ações e o tempo como relator dos variáveis recursos.

Palavras chaves: Geografia Climática- Climatologia Geográfica- Geossistemas- Variabilidade Climática.

## 1) UNIVERSO DA PESQUISA

A região da Tríplice Fronteira é composta pelas cidades de Puerto Iguazú – Argentina, Foz do Iguaçu – Brasil e Ciudad del Este – Paraguai, de acordo com o último censo realizado na região, a população de Foz do Iguaçu é de 256,088 mil habitantes (IBGE/2010), Ciudad del Este é de 350 mil e Puerto Iguazú de 80 mil respectivamente. A população total estimada da Região Trinacional é de aproximadamente 700 mil habitantes, contando a área urbana e rural. Em termos de etnias a região mantém hoje 72, entre elas algumas como Alemães, Libaneses e Turcos.

A referente pesquisa se aprofunda nas cidades de Foz do Iguaçu e Puerto Iguazú, para a cidade paraguaia de Ciudad del Este, não foi possível obter dados meteorológicos concisos para o andamento da pesquisa.

A área climática da região é o Clima Subtropical úmido (segundo Maack, 1981), apresentando uma pluviosidade média acima de 900 mm, igualmente distribuídas ao longo de todo o ano. Em relação a situação hídrica a oeste de Foz do Iguaçu situa-se o Rio Paraná, ao sul o Rio Iguaçu, ao norte localiza-se o Lago Artificial de Itaipu e a sudeste as Cataratas do Iguaçu ( Parque Nacional do Iguaçu). No sudoeste de Foz do Iguaçu, os Rios Paraná e Iguaçu se unem formando a região de Tríplice Fronteira.

**Figura 1:** Localização da Área de Tríplice Fronteira



Fonte: Jornal o Oeste 20/10/11

O clima tem significativa influência nas formações dos componentes físicos, como na formação dos solos que é resultado da interação de muitos processos, tanto geomorfológicos como pedológicos. Por tanto será formado por rochas e influências como a chuva, o vento e a temperatura, além da participação de organismos vivos como os fungos e os líquens que aceleram o processo de alteração química e a sucessão ecológica. Com tudo a transformação das rochas, provocam uma diminuição de seu tamanho até então ser transformada. Nesse contexto, o solo será composto por ar, água,

matéria orgânica (restos de plantas) e parte mineral, podendo assim dizer que são considerados sistemas abertos, sendo um processo evolutivo na análise sistêmica. Na região de fronteira, há ocorrência de solos de ordem Oxisols, Ultisolos e Latossolos, os de ordem Ultisolos e Oxisols possuem uma tendência a colorização bem avermelhados devido ao grande fluxo de resíduos de óxido de ferro e alumínio, nesses ocorrem uma maior alteração mineral devido ao grande percentual de precipitação. Essas características são derivadas do intemperismo de rochas básicas e ultrabásicas que são ricas em minerais ferromagnesianos. Os Latossolos também são encontrados na região devido a ligação entre as rochas basálticas e a grande concentração de florestas.

A Tríplice Fronteira está sob um relevo suavemente ondulado, o que contribui no desenvolvimento da agricultura, em uma altitude que varia entre 100 a 350 metros, sendo que Puerto Iguazú-AR se encontra em um relevo um pouco mais ondulado e em uma altitude em torno de 250 a 350 metros, ao contrário de Foz do Iguaçu-BR que fica entre 100 e 250 metros.

Quanto à agricultura, é propícia a produção de grãos, frutas e hortaliças. Isso é nítido, principalmente, na fronteira entre Brasil e Paraguai por conter solos férteis que estão diretamente relacionados ao derrame basáltico da bacia do Paraná. De acordo com (Souchaud, 2002) sendo uma região cobiçada historicamente e de suma importância estratégica no contexto Mercosul, onde o fluxo brasileiro assumiu nas últimas três décadas grandes proporções, a ponto de se constituir um verdadeiro “espaço brasiguai”.

Segundo (Souchaud, 2002) aos poucos houve imigração brasileira para o Paraguai e de forma mais efetiva nos anos 70, quando decresceram os fluxos Amazônicos no Brasil. Este movimento teve um cenário diferente do que se tinha nos anos 60 quando os primeiros colonos chegam ao país e encontram uma região de fronteira praticamente desocupada, com a população paraguaia concentrada na parte oriental do país. Nos últimos 30 anos a paisagem mudou radicalmente, fazendo com que a presença brasileira no país vizinho representa-se um fenômeno com o predomínio do cultivo de soja o que vem causando inúmeras consequências quanto a dinâmica social e econômica do país, pois atualmente, o Paraguai é um dos principais exportadores de soja, o qual também é um grande comprador de produtos manufaturados brasileiros. Este cenário recebe grande influência, pela parte dos moradores que habitam na fronteira terminando por assegurar ao Brasil uma extensão de seu mercado.

Já Puerto Iguazú, localizada no Departamento de Misiones tem grande papel nas exportações para o Brasil, pois é a única província que faz fronteira com o país, se constituindo uma importante reserva estratégica para o abastecimento da população e para o desenvolvimento das atividades econômicas na região. No demais, também possui sua produção de grãos, porém de baixa atividade, pois o forte nessas cidades é o mercado turístico.

## **2) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1) Geossistema**

A Geografia se desenvolveu até hoje como uma Ciência que incorporou durante a sua evolução métodos diferentes de Métodos de Pesquisa. Em específico, a Geografia Física aplicada neste trabalho é entendida como o estudo da organização espacial por meio da Abordagem Geossistêmica. A teoria do Geossistema é derivada da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1945), e para a Geografia Física, em sua totalidade, destaca-se com a contribuição de Chorley e Kennedy (1968), referenciado por Christofolletti (1979) em sua epistemologia.

Segundo Bertrand (2007) a paisagem é citada como sendo uma determinada porção do espaço, resultado de uma combinação dinâmica mais instável, que é composta de elementos físicos, biológicos e antrópicos no qual reagem dialeticamente uns sobre os outros e fazem a paisagem indissociável, sendo um único conjunto que está constantemente em evolução. Não abrangendo somente o visível, mas também a construção cultural e econômica de um espaço Geográfico, contendo no território, sua organização espacial e seu funcionamento, se reproduzindo nos elementos do Geossistema.

O espaço geográfico nesta pesquisa segue tais princípios nos quais tudo está em grande dinâmica entre os elementos que se interagem entre si, como é o caso do sistema físico: o solo, o relevo, a altitude e também a vegetação; fatores biológicos e antrópicos relacionados com a atividade humana que estão em constante transformação.

Da mesma maneira que o espaço Geográfico se altera, e é influenciado por demais fatores, o clima também é influenciado por outros fatores como os meteorológicos de maior ou menor escala, fazendo com que ocorram uma grande variação durante os anos, podendo afetar no regime pluviométrico e de temperatura, principalmente as anomalias como o El Niño e La Niña que também são grandes influenciadores na variabilidade climática e da paisagem. Em anos de intensidade moderada a forte desses eventos, diversas áreas sofrem alterações e mudanças, alterando percursos de rios, lagos, entre outros sistemas, fazendo com que desapareçam ilhas, vegetações e surgindo outros elementos, devido à chuva torrencial ou a estiagem mais severa. O homem também é um grande colaborador para esse cenário instável com sua relação antrópica, podendo ser capaz de mudar o clima local, gerando um microclima, o que se vê cada vez mais pelos quatros cantos do planeta.

## **2.2) Variabilidade Climática**

O clima varia naturalmente, independentemente das ações antrópicas, mesmo se o homem não habitasse o planeta, as estações do ano nunca teriam as mesmas temperaturas, pois o clima é dependente da radiação solar. Em períodos cíclicos de aproximação ou afastamento do sol, é determinado por maior ou menor incidência de radiação solar. Dessa maneira há séries de outros fatores que influenciam a variabilidade do clima. Dentre esses fatores, estão a latitude e altitude, as massas de ar, as correntes marinhas e a maritimidade ou continentalidade, e sem falar também na ação humana.

A latitude é um dos fatores que mais interferem e influenciam no clima, geralmente em regiões de baixa latitude próximas a linha do Equador, as temperaturas nessas cidades costumam ser bem mais elevadas, isso ocorre porque nessas localidades os raios solares mantêm uma maior incidência que nas outras regiões solares. As localidades mais distantes do Equador próximas aos polos, mantêm temperaturas mais baixas. Além da latitude, as Altitudes associadas às variações de pressão atmosférica têm grande papel no fator determinante nas variações do clima. Quanto mais alta for a região em relação ao nível do mar, menor serão suas temperaturas. Essa escala de queda de temperatura ocorre porque nessas áreas os valores de moléculas de ar são bem pequenas, o que faz com que ocorra a redução da pressão atmosférica e a capacidade de manter o calor do sol. Fora a latitude e altitude, as massas de ar formam um importante fator climático, pois há forças em suas movimentações que são capazes de alterar o clima de diferentes regiões, levando umidade para a área mais seca e proporcionando estiagens onde chovia. As massas de ar ocorrem devido a virtude dos diferentes valores de pressão atmosférica, tendo seu deslocamento das zonas de maior pressão para as de menor pressão.

Se tratando de correntes marinhas, as características de alterações climáticas costumam ocorrer com essas correntes, isso graças à forte influência da latitude, quando ficam mais aquecidas transportando maior umidade e gerando temperaturas mais elevadas em zonas litorâneas. Porém quando se impulsionam as correntes mais frias, provocam a queda de umidade e da temperatura nas mesmas zonas, esse resultado se dá devido os oceanos serem grandes armazenadores de energia solar, maior parte da superfície da terra são compostos por eles, fazendo com que suas variações de temperatura tenham grande influência no clima do planeta.

Entretanto, a área de estudo encontra-se na região continental da América Latina no qual haverá diferença no calor específico, pois nos continentes o aquecimento ocorre de uma maneira muito mais rápida, fazendo com que o calor retorne mais efetivo e tenha uma maior conservação de calor, o que é nítido na região da tríplice fronteira, já que é distante do oceano, estando aproximadamente a 700 km do litoral, fazendo com que a continentalidade esteja presente nas três cidades. Já em relação as áreas próximas a corpos hídricos, ocorrem uma demora na variação de temperatura, tendo um tempo maior para provocar a diferenciação nas temperaturas. Temos um exemplo na região norte da cidade de Foz do Iguaçu, onde encontra-se o Lago Artificial de Itaipu, com tanta água presa em um determinado local o calor do dia fica preso na superfície próxima aos corpos hídricos, pressionando que o calor irradiado nesse local fique preso, tendo uma lenta queda de temperatura, pois a água absorverá a maior parte do calor irradiado na superfície. Ocasionalmente dentro do Parque Tecnológico de Itaipu e bairros mais próximos do lago uma queda na temperatura de uma maneira mais lenta, diferentemente de outras áreas da cidade que são distantes de corpos hídricos, onde assim que o sol se põe, a superfície aquecida durante o dia perca calor rapidamente devido à falta de umidade e de raios solares que são irradiados.

Com tudo existe um outro fator não natural que também influencia na variabilidade climática mais especificamente de âmbito local com a participação antrópica. Conhecido por microclima, que ocasionam as ilhas de calor, e nas inversões térmicas que se intensificam gerando um excesso em relação a poluição atmosférica. Esse agravante piora cada vez mais em todo o planeta e há indícios de que o homem não altere somente o microclima mais também as temperaturas em escala mundial, isso na Teoria do Aquecimento Global.

### **2.3) El Niño**

O El Niño é um fenômeno que ocorre nas porções central e leste do Oceano Pacífico, nas proximidades da América do Sul, particularmente na Costa do Peru. A corrente de água que circula nessa região na direção sul bem no início do verão só recebe o nome de El Niño quando ocorre uma alteração na elevação da temperatura do oceano. As proporções podem ser de forma moderada à 1°C ou intenso de 4°C à 6°C acima da média térmica que é 23°C. Trata-se de uma alteração da dinâmica normal da Célula de Walker, que nesse caso são linhas zonais de ar que seguem uma direção de Leste-Oeste. Particularmente está relacionada diretamente à variação de pressão atmosférica, nas porções leste e oeste do Oceano Pacífico que gera uma circulação celular zonal na região Equatorial, e que podem ser afetadas pelas anomalias El Niño e La Niña.

O El Niño terá maior evidência na Costa do Peruana, pois as águas frias do fundo do oceano (fenômeno conhecido como ressurgência) e da corrente marinha de Humboldt são interceptadas pelas águas quentes advindas do norte e oeste. No momento em que ocorre essas alterações de temperatura das águas do Oceano Pacífico, o fenômeno assume grande alteração continental e planetária à medida que provoca várias perturbações no clima da Terra, a anomalia é caracterizada como um fenômeno

climático devido a interação Oceano- Atmosfera, sendo que as águas superficiais do Pacífico passam por um processo que interage com a atmosfera, gerando uma espécie de gangorra, onde a temperatura sobe e desce.

O fenômeno tem grande influência na alteração do clima da região de fronteira em seu momento de atuação, pois em períodos em que está ativo a região recebe grandes valores de precipitação, principalmente durante a primavera e o outono estações de transição. Junto a elevada taxa de precipitação que pode duplicar ou até mesmo triplicar durante os anos de atuação do El Niño, a temperatura do ar também recebe um aumento considerado. É durante esse episódio que a região enfrenta grandes cenários de tempestades mais severas com grandes acumulados de chuva, se tornando um pouco mais quente do que de costume.

Nos anos de 1982 e 1983 ocorreram um dos períodos do evento climático mais intenso do século XX caracterizado como o mais violento, matou milhares de pessoas ao redor do planeta, gerando catástrofes de grande escala. Na América do Sul gerou grandes enchentes devido aos fortes temporais com valores extremos de chuva.

Conforme (MENDONÇA, 2007, pág. 193), nas regiões sul do Brasil, Norte da Argentina e Leste do Paraguai tiveram mais de 600 desabrigados e 170 mortos devido as grandes enchentes naquele ano de 1982-1983. Nos anos de 1997-1998 o El Niño novamente retornou com forte intensidade, gerando grandes volumes de chuva e um inverno fora do normal com altas temperaturas para a estação.

**Tabela 1** - Abaixo seguem os anos e a intensidade do fenômeno El Niño:

Ano	Intensidade
1994-1995	Moderado
1997-1998	Forte
2002-2003	Moderado
2004-2005	Fraco
2006-2007	Fraco
2009-2010	Fraco

Fonte: <http://enos.cptec.inpe.br/> 23/01/15

## 2.4) La Niña

La Niña é um fenômeno contrário ao El Niño e é representado pelo rápido resfriamento atípico das águas do Oceano Pacífico, gerando possíveis impactos no dia a dia da população. Quando ocorre o aumento anômalo da pressão atmosférica, a situação barométrica padrão da Célula de Walker entra em forte acentuação, fazendo com que o La Niña surja quando a porção leste do Oceano Pacífico (Taiti) entre nesse processo de aumento de pressão. Em aspecto geral, o fenômeno ocorre com uma frequência de 2 a 7 anos, todavia tem ocorrido em menor frequência em relação ao El Niño durante as últimas décadas.

Os episódios de La Niña têm sua duração aproximadamente de 9 aos 12 meses, e algumas vezes chega a persistirem em torno de 2 anos ou mais. Em relação a temperatura da água do mar terá poucos desvios do que durante eventos de El Niño, onde ocorrerá uma elevação na anomalia da temperatura de até 4,5°C acima da média, em anos de La Niña as taxas elevadas na anomalia da temperatura não chegam a 4°C abaixo da média.

A região de Foz do Iguaçu e Puerto Iguazú em anos do fenômeno recebem uma diminuição no volume das precipitações, proporcionando invernos na região com temperaturas mais amenas e com períodos de temperaturas rigorosamente mais baixa. Não pode se descartar também episódios de estiagem durante o fenômeno em alguns meses do ano, principalmente durante o inverno e verão. Isso pelo fato das frentes frias passarem com rápido deslocamento pela região, persistindo que as massas de ar de origem polar e seca predominem com maior frequência.

Nos anos de 1990 e 1999 ocorreram os episódios de La Niña mais acentuados que provocaram secas severas durante o verão na área de estudo.

**Tabela 2** - Abaixo seguem os anos e a intensidade do fenômeno La Niña:

Ano	Intensidade
1998-2001	Moderado
2007-2008	Forte

Fonte: <http://enos.cptec.inpe.br/> 23/01/15

## **2.5) Período Neutro**

Na ausência do o El Niño e do La Niña, a condição do Oceano Pacífico neutro fica responsável por um período de chuvas muito variável entre um mês e outro, e de uma região para outra. Em anos com essa condição de neutralidade é comum ocorrerem estiagens regionalizadas, cujas características são parecidas tanto com os de El Niño e La Niña.

## **2.6) Eventos Atmosféricos Severos**

Há uma grande frequência nos eventos severos que ocorrem pelas três cidades, se referem tanto as chuvas extremas acompanhadas de raios e vento forte como também períodos de estiagem mais severa que tem grande influência com as anomalias El Niño e La Niña. A região é privilegiada a esses eventos devido sua posição geográfica, no relevo e em sua altitude, o que favorece a ocorrência desses eventos severos. As áreas abrangentes circulam ventos quentes oriundos da Amazônia (Brasil) e ventos mais frios oriundos das regiões das cordilheiras dos Andes, onde se cruzam formando uma turbulência de correntes de ar gerando as instabilidades severas.

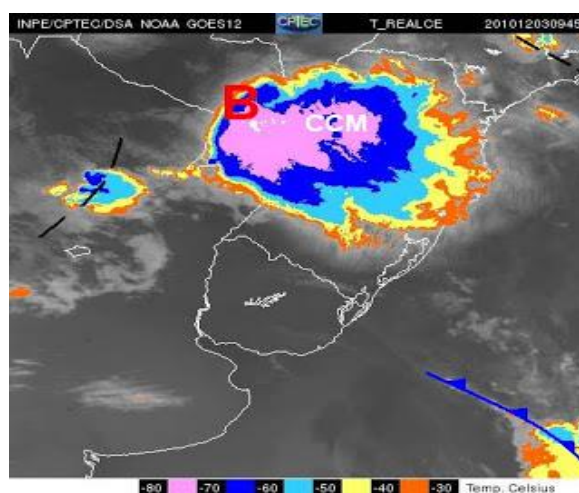
Outro fator importante é que quando há deslocamento de frentes - frias com saídas da Argentina, durante seu percurso sua intensidade vai ganhando força pelo continente, ou até mesmo quando as frentes frias passam fracas ao largo do litoral, mas com o forte fluxo de calor e de ventos quentes no continente pressionam na formação de sistemas de baixa pressão que se formam e intensificam entre o Chaco Paraguaio e o Nordeste Argentino, se deslocando em direção as cidades componentes da tríplice fronteira.

Em anos de El Niño essas chuvas se intensificam e ocorrem de uma maneira mais frequente, gerando grandes acumulados e enchentes pela região, por outro lado em períodos de La Niña ocorre o inverso, há uma diminuição da pluviosidade, fazendo com que chova menos, mas não restringindo de que ocorra eventos de chuvas mais extremas durante a atividade da anomalia. A formação do Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM), é um evento severo de larga escala, que se compõe por aglomerados de nuvens Cumulonimbus que se formam por mais de uma vez ao ano, gerando núcleos de chuvas

fortes com grande concentração de raios e ventania. É formado por um forte sistema de baixa pressão que se aprofunda sobre o Nordeste da Argentina, Paraguai e Oeste dos três estados do sul do Brasil. Os CCMs são divididos em três etapas, a primeira etapa é o processo de origem do sistema que costuma ocorrer entre o final do dia e início da noite, a segunda etapa, é o processo maduro, onde o sistema se encontra com topos de nuvens de alta altitude com temperaturas em torno de  $-80^{\circ}\text{C}$  Celsius, geralmente o sistema no processo maduro ocorre no período da madrugada ou início da manhã, nesse processo de amadurecimento, o sistema costumam provocar tempestades severas acompanhadas de chuva extrema, grande concentração de descargas elétricas, rajadas de vento, queda de granizo e possibilidade de eventos tornadicos, o terceiro e último é o processo de dissipação que geralmente costuma ocorrer no final da manhã ou início da tarde do dia seguinte. Esse tipo de sistema de baixa pressão geralmente ocorre em anos de El Niño, devido ao ambiente atmosférico se encontrar grandemente aquecido e instável.

Na imagem de satélite, a seguir, observa-se um Complexo Convectivo de Mesoescala em seu estado maduro, ou seja no estágio avançado de formação onde é destacado por cinco cores, sendo a rosa com topos de nuvens mais altas e negativas, que são capazes de gerar tempestades extremas acompanhadas de granizo, raios e ventania, não descartando a possível formação tornadica nas localidades onde passam esses topos de nuvens.

**Figura 2:** Imagem do Satélite GOES



Fonte: CEPTEC/INPE- 03/12/10

### 3) RESULTADOS E DISCUSSÕES

No período de 1990 a 2013 teve-se os dados de precipitação e temperatura média registrados pela estação Meteorológica convencional de Puerto Iguazú fornecidos pelo Serviço Meteorológico Nacional Argentino e para Foz do Iguaçu os dados foram fornecidos pelo SIMEPAR – Serviço Meteorológico do Paraná, a partir de julho de 1997, data de início das operações Meteorológicas da estação automática de Foz do Iguaçu. Durante o período analisado houve a formação das anomalias El Niño e La Niña com intensidades de fraca a forte intensidade, o qual foram grandes influenciadores na alternância das temperaturas e precipitações favorecendo em alguns meses situações severas como chuvas extremas ou estiagens. É possível relacionar os eventos de



precipitação e temperatura com a tabela das anomalias El Niño e La Niña anexadas nos tópicos anteriores desse artigo. Demais fatores físicos Geográficos também tiveram participação na variabilidade climática, como o relevo e a altitude, fora a vegetação que se encontra mais robusta de florestas próximas ao limite de fronteira entre Foz do Iguaçu e Puerto Iguazú, onde mais precisamente se localiza o Parque Nacional do Iguaçu. Fatores antrópicos como o Lago Artificial de Itaipu localizado na região Norte de Foz do Iguaçu, também influenciou nesse período. A região é rica em corpos hídricos como os Rios Iguaçu e Paraná formando um vale, favorecendo a formação de bancos de nevoeiros e nuvens convectivas que geram chuvas.

Entre os gráficos que serão apresentados a seguir, foram escolhidos dois períodos para uma simulação mais expressiva da variabilidade, sendo os anos de 1998 e 2013, cujo os dois foram influenciados pelas anomalias El Niño e La Niña ou pelo período Neutro (ausência dos dois fenômenos). No ano de 1998 houve a presença dos fenômenos El Niño de forte intensidade passando pra o La Niña no final do mesmo ano, elevando o volume de precipitação acumulado a um total de 3.280 mm em Foz do Iguaçu e de 2.522 mm em Puerto Iguazú. A média de temperatura nesse mesmo período foi de 21,8°C em Foz do Iguaçu e 21,4°C em Puerto Iguazú, sendo uma variável considerável entre os dois municípios tanto na precipitação, quanto na temperatura.

Anos mais à frente em 2013 não houve a influência das anomalias, ou seja o período se encontrou Neutro, Foz do Iguaçu registrou um acumulado de 2.072 mm e uma média de temperatura de 21,8°C, já para Puerto Iguazú o valor acumulado de chuva foi de 1.891 mm, com uma média de temperatura de 21,4°C. No gráfico a seguir nota-se que nos demais anos Foz do Iguaçu teve uma média mais elevada de temperatura, porém com um valor menor de precipitação do que Puerto Iguazú que manteve um maior valor de precipitação e um menor valor de temperatura. Entretanto em anos de intensidade mais forte das anomalias El Niño e La Niña, Foz do Iguaçu foi a que registrou os eventos mais severos em relação as precipitações e nas temperaturas. Nesses períodos de intensidade mais forte das anomalias, registrou-se tempestades e estiagens mais severas, levando a resultados críticos como alagamentos nas principais vias da cidade, grande vazão das águas das Cataratas do Iguaçu e em alguns meses ocorrendo precipitações irregulares, gerando uma menor vazão das Cataratas do Iguaçu, que teve seu período mais crítico no ano de 2007 e 2008, devido a sequência de anos com valores baixos de precipitação, de forma irregular durante os meses.

**Tabela 3-** Precipitação Puerto Iguazú-AR

Ano	Total Acumulado
1991	1.574 mm
1992	1.805 mm
1993	2.002 mm
1994	2.348 mm
1995	1.375 mm
1996	2.480 mm

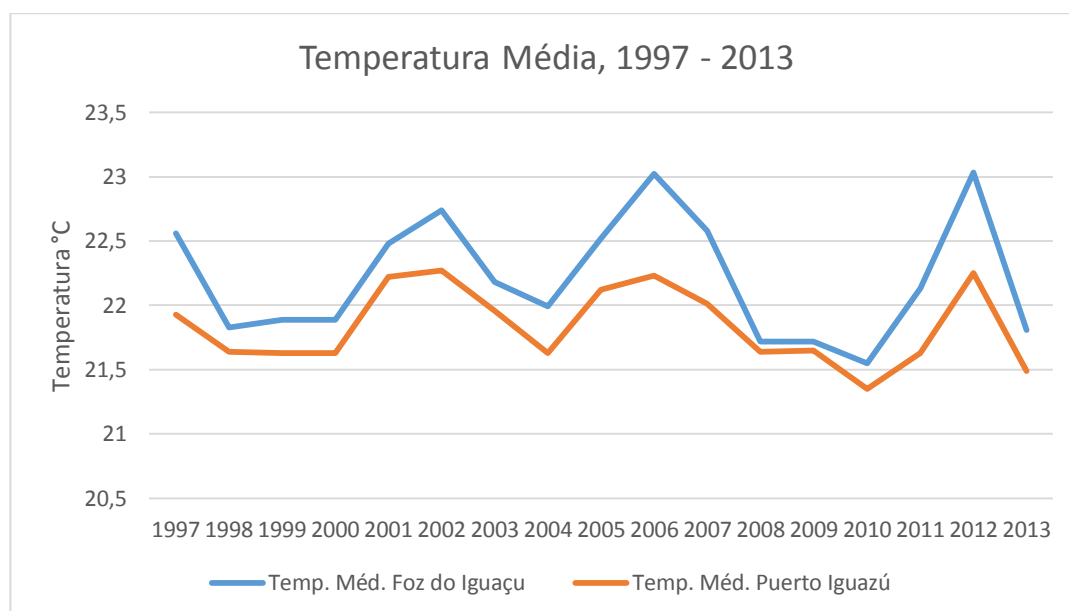
Nos anos de 1990, 1994 e 1995 estavam sobre influência do fenômeno El Niño de forte intensidade o que contribuiu para elevados acumulados de precipitação. Sendo 1990 com 3.104 mm, 1993 com 2.002 mm e 1994 com 2.348 mm O ano de 1995 se destaca pelo acumulado de 1.375 mm onde o La Niña esteve atuante com sua intensidade moderada.

**Tabela 4-** Abaixo temos a temperatura média em Puerto Iguazú-AR

Ano	Temperatura
1991	22,1°C
1992	21,2°C
1993	21,5°C
1994	22,1°C
1995	22,0°C
1996	21,5°C

As temperaturas também tiveram variabilidade conforme as anomalias presentes, sendo em 1990, 1993 e 1994 com a atuação do El Niño de forte intensidade, fazendo com que as médias ficassem até acima dos 22°C e caindo para 21°,5°C em 1996 com o La Niña.

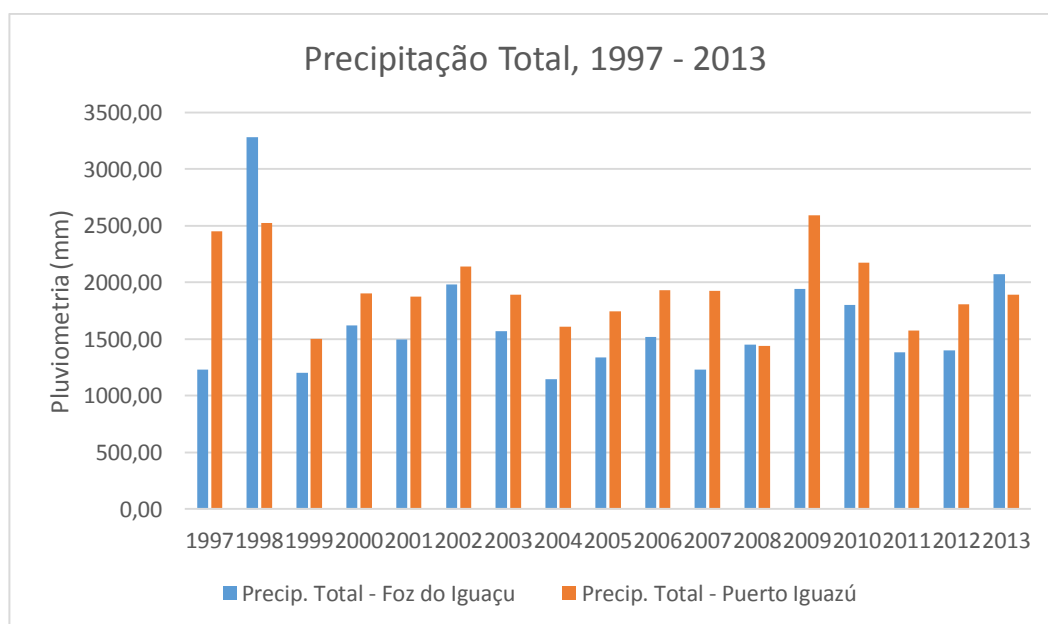
### 3.1) Climograma Temperatura Média 1997-2013



Nesse gráfico observa-se que a temperatura média anual em Foz do Iguaçu foi maior do que Puerto Iguazú, tendo picos de até 23°C ou mais nos anos de 2006 e 2012 cuja anomalia presente em 2006 era o El Niño e 2012 o período Neutro, com características presentes do El Niño. No ano de 2013 ocorreu uma queda significativa das médias nas

duas cidades, onde continuava atuante o período Neutro mas com características mais para o La Niña.

### 3.2) Climograma Precipitação 1997-2013



Em relação a precipitação durante o período de 1997 e 2013 nota-se que os maiores valores acumulados de precipitação ocorreram na cidade de Puerto Iguazú, com valores mais expressivos nos anos de 1997, 1998 e 2009 quando esteve atuante o fenômeno El Niño, os menores valores ocorreram nos anos de 1999 com 1500 mm e em 2008 em torno de 1400 mm devido ao evento do La Niña que teve moderada e forte Intensidade. Para Foz do Iguaçu houve um valor de precipitação durante o período entre 1300 mm e 1500 mm e em alguns anos acima disso chegando próximos a 2.000 mm, sendo que o ano com maior valor ocorreu durante os anos de 1998 com 3.280 mm quando atuava o El Niño de forte intensidade, e o segundo maior valor ocorreu em 2013 com 2.072 mm. Durante os Eventos de La Niña de Forte intensidade Foz do Iguaçu registrou acumulados de 1.201 mm em 1999 e 1.230 mm em 2007, onde neste último os maiores valores de chuvas se concentraram durante o verão, quando que durante o inverno entre junho e setembro a cidade registrou valores inferiores a 30 mm ou até mesmo 0 mm de precipitação, agravando em um período de grande estiagem na região, sem contar que no ano anterior, em 2006 durante o outono e o inverno devido as perturbações no oceano com as características iniciais da formação do La Niña em (2007), a cidade havia acumulado pouca chuva o que contribuiu para que no ano seguinte com a presença da anomalia, persistissem por mais algum tempo após o ano do evento de La Niña, gerando problemas de saúde na população e na baixa vazão das Cataratas do Iguaçu durante os anos de 2007 e 2008.

De acordo com os dados recebidos do SIMEPAR os valores registrados durante o outono e inverno de 2006 em Foz do Iguaçu foram: Abril: 40 mm, Maio: 0,8 mm, Junho: 69,6 mm, Julho: 23 mm, e Agosto: 72,4 mm No ano de 2007 os valores registrados durante o inverno foram: Junho: 6,8 mm, Julho: 0,4 mm, Agosto: 0 mm e Setembro: 30,2 mm Já pelos dados fornecidos pelo Serviço Meteorológico Nacional, Puerto Iguazú registrou apenas dois meses de baixa pluviosidade em 2006 sendo Maio: 4,5 mm e Julho: 25,9 mm, em 2007 foram Junho: 13,4 mm, Agosto: 11 mm e Setembro: 52 mm Mas no mesmo período outras cidades do estado do Paraná (Brasil) e de Misiones (Argentina) tiveram menor volume de precipitação o que contribuiu na diminuição das águas dos rios que desembocam nas Cataratas do Iguaçu.

**Figura 3:** Baixa Vazão nas Cataratas do Iguaçu



Fonte: Parque Nacional do Iguaçu 28/04/08

Abaixo temos a Avenida JK (Juscelino Kubitschek) umas das principais avenidas de Foz do Iguaçu, completamente alagada devido a forte chuva que caiu. Na data que ocorreu o alagamento no dia 26 de Abril de 2010 estava ativo naquele ano o fenômeno El Niño que ajudou muito no processo de chuvas extremas que causaram estragos na região.

**Figura 4:** Alagamento na Avenida JK no Centro de Foz do Iguaçu



Fonte: JIE- Jornal de Itaipu Eletrônico 26/04/10

#### **4) CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente pesquisa constituiu no estudo da variabilidade climática nos municípios de Foz do Iguaçu/Brasil e Puerto Iguazú/Argentina sobre a abordagem Geossistêmica no período de 1990 a 2013. Relacionando fatores naturais e antrópicos ocorridos na área durante o período analisado, destacando o quanto de influência que a temperatura e a precipitação apresentaram sobre o território estudado, como também a frequência de fenômenos atmosféricos presentes. Mostrando a situação crítica que esses fenômenos causaram na região estudada.

Atualmente com os novos desafios como secas severas, enchentes, aumento no número de descargas atmosféricas, episódios fluviais entre outros, faz-se necessário uma abordagem do clima, utilizando método sistêmico expressando uma visão interativa, relacionando processos e respostas. O estudo das interações em macro, meso e micro escalas e a interação oceano-atmosfera, além das demais interações processuais entre a atmosfera, a biosfera e os solos que são peças fundamentais dentro do enfoque na Climatologia, em seus níveis. É então a partir do nível escalar da mesoescala em direção às escalas inferiores do clima, que se percebe as correlações mais complexas e mais interativas entre o sistema climático e a sociedade.

## 5) BIBLIOGRAFIAS

- AYOADE, JOHNSON OLANIYI. **Introdução à climatologia para os Trópicos**. Editora Bertrand Brasil. 11ª edição. Rio de Janeiro – RJ, 2006.
- BOGNOLA, ITAMAR ANTONIO et al. **Caracterização dos solos em áreas experimentais com grevêlea, no Estado do Paraná**. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/51193/1/Doc228.pdf>>
- CAVALCANTI, IRACEMA FONSECA DE ALBUQUERQUE et al. **Tempo e Clima no Brasil**. Editora Oficina de textos. 1ª edição. São Paulo – SP, 2009.
- CHRISTOPHERSON, ROBERT W. **Geossistemas – Uma introdução à Geografia Física**. Editora Bookman. 7ª edição. Porto Alegre - RS, 2012.
- CONTI, JOSÉ BUENO. **Clima e meio ambiente**. Editora Atula. 6ª edição. São Paulo – SP, 1998.
- GUERRA, A.J.T.VITTE, A.C. (orgs). **Reflexões sobre geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- HOGAN, D.J.; MARANDOLA Jr., E. (Orgs.). **População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais** Campinas. Núcleo de Estudos de População (NEPO/UNICAMP), 2009.
- IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: dados gerais do município de Foz do Iguaçu**. Disponível em <http://cod.ibge.gov.br/233A>.
- INPE – CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **El Niño / El Niña**. Disponível em <<http://enos.cptec.inpe.br>> Acesso em Fevereiro 2014.
- JESUS, EMANUEL FERNANDO REIS DE. **Algumas considerações a respeito das mudanças climáticas atuais**. UFBA, Salvador – BA, 1991.
- MAACK, REINHARD. **Geografia física do Estado do Paraná** Curitiba.

**Editora** Banco de Desenvolvimento do PR. 1ª Edição. Curitiba - PR, 1968.

- MAACK, REINHARD. **Geografia física do Estado do Paraná Ponta Grossa**. Editora UEPG. 4º Edição. Ponta Grossa-PR, 2012.
- MENDONÇA, FRANCISCO DE ASSIS; DANNI-OLIVEIRA, INÊS MORESCO. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Editora Oficina de textos. São Paulo – SP, 2007.
- PASSEIAKI. **Complexo convectivo de mesoescala provoca estragos no Paraná**. Disponível em <<http://www.passeiaki.com/noticias/complexo-convectivo-mesoescala-provoca-estragos-no-parana>> Acesso em: Janeiro 2014.
- SOUCHAUD, Sylvain. (2002). **Pionniers brésiliens au Paraguay**. Paris editions Karthala.
- \_\_\_\_\_. **Estudos do clima no Brasil**. Campinas: Alínea, 2004.
- \_\_\_\_\_. Análise rítmica em Climatologia. **Climatologia**. São Paulo: USP/Igeog, n.1, 1971.21.p.